

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-178395  
(43)Date of publication of application : 11.07.1990

(51)Int.Cl.

C10M103/00  
C10M111/04  
F16C 33/12  
// (C10M103/00  
C10M103:02  
C10M103:04  
C10M103:06 )  
(C10M111/04  
C10M103:00  
C10M103:02  
C10M103:04  
C10M103:06  
C10M107:38  
C10M107:44 )  
C10N 10:08  
C10N 10:12  
C10N 40:02  
C10N 50:08

(21)Application number : 63-334220  
(22)Date of filing : 28.12.1988

(71)Applicant : TAIHO KOGYO CO LTD  
(72)Inventor : KAWAKAMI SHINYA  
KIKUCHI MASA HARU  
FUKUOKA TATSUHIKO

(54) SLIDING MATERIAL

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a sliding material having excellent balance of coefficient of friction, seizure resistance, wear resistance and fractional characteristics, containing lead, graphite and poly (amide)imide in a specific ratio.

CONSTITUTION: The aimed sliding material containing (A) 12-70vol.% sum of (i) 7-65vol.% lead and (ii) 5-63vol.% graphite and (B) 30-88vol.% poly (amide) imide. The material shows excellent performances under boundary lubricating conditions of various bearings of power steering of compressor for cooler, transmission, turbocharger, supercharger, water pump, engine, etc., and sealing members or under mixed lubricating conditions.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑤ Int. Cl.

C 10 M 103/00

111/04

F 16 C 33/12

識別記号

庁内整理番号

6779-4H

6779-4H

A

6814-3J※

④ 公開 平成2年(1990)7月11日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全11頁)

④ 発明の名称 摺動材料

② 特 願 昭63-334220

② 出 願 昭63(1988)12月28日

⑦ 発 明 者 川 上 真 也 愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地 大豊工業株式会社内  
 ⑦ 発 明 者 菊 地 正 春 愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地 大豊工業株式会社内  
 ⑦ 発 明 者 福 岡 辰 彦 愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地 大豊工業株式会社内  
 ⑦ 出 願 人 大豊工業株式会社 愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

摺動材料

2. 特許請求の範囲

(1) 鉛を7～65容量%、グラファイトを5～63容量%とし、かつ前記鉛と前記グラファイトが合計で12～70容量%配合され、ポリイミドおよびポリアミドイミドの少なくとも1種からなる残部を30～88容量%としたことを特徴とする摺動材料。

(2) 鉛を7容量%以上、グラファイトを5容量%以上とし、さらに副成分としてフッ素樹脂・二硫化モリブデン・二酸化タングステン・窒化硼素の少なくとも1種の固体潤滑剤を総量で30容量%以下(0を除く)とし、かつ前記鉛と前記グラファイトと前記副成分が合計で70容量%以下となるように配合され、ポリイミドおよびポリアミドイミドの少なくとも1種を残部としたことを特徴とする摺動材料。

(3) 鉛を10容量%以上、グラファイトを5容量%以上とし、さらに副成分として、クレー・ムライト・シリカ・アルミナの少なくとも1種の摩損調整剤を総量で15容量%以下(0を除く)とし、かつ前記鉛と前記グラファイトと前記副成分が合計で70容量%以下となるように配合され、ポリイミドおよびポリアミドイミドの少なくとも1種を残部としたことを特徴とする摺動材料。

(4) 鉛を10容量%以上、グラファイトを5容量%以上とし、さらに副成分として、フッ素樹脂を30容量%以下(0を除く)と、クレー・ムライト・シリカ・アルミナの少なくとも1種の摩損調整剤を総量で15容量%以下(0を除く)とを添加し、かつ前記鉛と前記グラファイトと前記副成分が合計で70容量%以下となるように配合され、ポリイミドおよびポリアミドイミドの少なくとも1種を残部としたことを特徴とする摺動材料。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、摺動材料に関するものであり、さらに詳しく述べるならば、鉛成分と、グラファイト成分と、ポリイミド、ポリアミドイミドの少なくとも1種の樹脂成分とを含む樹脂系摺動材料に関するものである。

〔従来の技術〕

従来、特開昭52-44871号のように、四弗化エチレン樹脂と、ポリイミド樹脂の基質結合成分からなるすべり軸受において、ポリイミド樹脂の一部に副成分として少量のグラファイト等を含ませたものが知られているが、耐摩耗性が不十分であった。

同様に、特開昭55-106230号のように、多孔金属体に含まれるポリイミド系樹脂中に少量のグラファイト等を副成分として添加するものが知られているが、摩擦の不安定さと、摩擦係数および耐摩耗性のバランスの点で不十分であった。

一方、従来一般的に使用されているカーボン(Gr)系の摺動材料は、フェノール樹脂を結合剤とし、熱圧縮成形されているものが知られてい

るが、フェノール樹脂は耐熱性が低く、高温条件或いは潤滑条件が非常に厳しいと、発熱により樹脂が分解してしまう場合がある。

〔発明が解決しようとする問題点〕

従来の、実質的に樹脂を主体とする摺動材料は摩擦係数あるいは耐摩耗性などの摺動特性のバランスが悪く劣っており、使用環境の雰囲気温度には配慮があるものの、特に、境界潤滑および混合潤滑といった過酷な条件下での使用にはきわめて不満足であった。

しかも、特開昭55-106230号のように、耐熱性と熱放散効果を期待して、ポリイミド樹脂と海绵状多孔金属体を用いているにもかかわらず、潤滑条件が厳しくなると、摺動極表面で部分的熱劣化が発生し、特に孔部分に充填された樹脂成分の部分劣化摩耗や局部脱落が進行し、多孔金属体の部分的露出を引き起こし、結果として摩擦の不安定を招いたり、摩擦が高くなってしまふなどの摺動特性が低下することがある。

一方、カーボン系の摺動材料も、境界潤滑およ

び混合潤滑条件の摺動では耐焼付性、耐摩耗性、低摩擦性などの性能が不十分であった。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明者は、ポリイミドおよびポリアミドイミドの耐熱性を利用した摺動材料の組成を鋭意研究し、これら樹脂系摺動材料に配合される鉛の比重が樹脂成分の比重に対して大きいことに着目し、鉛とグラファイトを重量%で特定量配合させ、上記ポリイミド、ポリアミドイミドの少なくとも1種の樹脂成分を残部とすることにより、境界潤滑および混合潤滑条件の摺動において、安定摩擦、低摩擦性、耐焼付性、耐摩耗性などの性能をバランスよく優れたものとするを見出した。

また、この摺動材料に対し、配合される副成分として特定の固体潤滑剤、すなわち、フッ素樹脂・二硫化モリブデン・二硫化タングステン・窒化硼素の少なくとも1種からなる固体潤滑剤を用い、その配合の最大量を規定することにより、上記の改良された摺動材料以上の優れた性能を発現することを見出した。

さらに、配合される他の副成分として特定の摩擦調整剤、すなわち、クレー・ムライト・シリカ・アルミナの少なくとも1種からなる摩擦調整剤を用い、その配合の最大量と、鉛の配合量を規定することにより、上記の改良された摺動材料以上の優れた性能を発揮すること、および、この摩擦調整剤を配合した材料にフッ素樹脂を最大量を規定して添加することにより、上記の改良された摺動材料以上の優れた性能を発揮することを見出した。

すなわち、本願の発明は、第1に、鉛を7~85重量%、グラファイトを5~63重量%とし、かつ前記鉛と前記グラファイトが合計で12~70重量%配合され、ポリイミドおよびポリアミドイミドの少なくとも1種からなる残部を30~88重量%としたことを特徴とする摺動材料である。

第2に、鉛を7重量%以上、グラファイトを5重量%以上とし、さらに副成分としてフッ素樹脂・二硫化モリブデン・二硫化タングステン・窒化硼素の少なくとも1種の固体潤滑剤を重量で30重量%以下(0を除く)とし、かつ前記鉛と前記グ

ラファイトと前記副成分が合計で70容量%以下となるように配合され、ポリイミドおよびポリアミドイミドの少なくとも1種を残部としたことを特徴とする摺動材料である。

第3に、鉛を10容量%以上、グラファイトを5容量%以上とし、さらに副成分として、クレームライト・シリカ・アルミナの少なくとも1種の摩擦調整剤を総量で15容量%以下(0を除く)とし、かつ前記鉛と前記グラファイトと前記副成分が合計で70容量%以下となるように配合され、ポリイミドおよびポリアミドイミドの少なくとも1種を残部としたことを特徴とする摺動材料である。

第4に、鉛を10容量%以上、グラファイトを5容量%以上とし、さらに副成分として、フッ素樹脂を30容量%以下(0を除く)と、クレームライト・シリカ・アルミナの少なくとも1種の摩擦調整剤を総量で15容量%以下(0を除く)とを添加し、かつ前記鉛と前記グラファイトと前記副成分が合計で70容量%以下となるように配

合され、ポリイミドおよびポリアミドイミドの少なくとも1種を残部としたことを特徴とする摺動材料である。

本発明の摺動材料は、ソリッド材料として使用しても極めて優れた性能を提供するが、この摺動材料を、バimetall摺動材料として使用する場合は、真金は、優れた強度を利用して耐荷重性を高めまた摺動層を薄くし、優れた熱伝導率を利用して摺動層の内部の熱を補助的に逃すことにより、耐焼付性を高めるために使用される。

真金には、通常銅板が使用されるが、銅板以外にもアルミニウム系合金もしくは銅系合金も使用することができる。

真金の表面部には上記摺動樹脂からなる摺動層の接合強度を高めるための粗面化部を設ける。真金の表面に形成される粗面化部は、銅もしくは銅系合金の粉末焼結層、鉄または鉄系合金の粉末焼結層、金属もしくはセラミックの焼附層などを真金表面に設ける方法によってもよく、またショットブラスト、エッチングなどにより真金自体の表

面に微細な凹凸を形成する方法によってもよい。

バimetallの場合、真金上に被着され摺動層となりまたソリッドの場合直接摺動部材となる摺動材料の組成について、以下説明する。

鉛は、ポリイミドもしくはポリアミドイミドの少なくとも1種の樹脂中に分散して配合されて、摺動表面にも存在するため、特定量のグラファイトとの共同効果により摺動表面の摺動熱を効果的に放熱するとともに、それ自身の潤滑性と適合して摩擦係数・耐焼付性を改善し、耐摩耗性の向上にも寄与するために使用する。

鉛の使用量は7~65容量%である。(以下、百分率は特記しない限り、容量%である)

7容量%未満では放熱性など上記特性が不十分であり、65%を超えると軟質であるが多すぎ、耐荷重性や耐疲労性が低下し、成形も困難になって来る。なお、副成分として摩擦調整剤を配合する場合は、若干増加する摺動熱に備え、鉛の下限量を10容量%以上とする必要がある。

好ましい使用量は10~40%、より好ましく

は20~30%である。

この鉛は、金属鉛として配合する他、鉛化合物として酸化鉛あるいはフッ化鉛等を用いても良く、あるいは、鉛合金として配合されてもよい。但し、金属鉛以外の配合量は、65容量%以下とするとともに、金属鉛に換算して上記の添加下限量以上とする必要がある。これら鉛のうち金属鉛を使用するのがよい。あるいは、表面が自然酸化した金属鉛を用いたり、これら各種の鉛を併用して使用することもできる。このとき、金属鉛以外の鉛は、全鉛量の50重量%以下とするのがよい。

また、全鉛量が7容量%を超えて配合される場合には、金属鉛を摺動材料中に6容量%以上、好ましくは7容量%以上配合するとよい。

特に、全鉛量が多いとき、金属鉛の軟質性を緩和したい時等には、鉛化合物等を配合するとよく、この点から、金属鉛以外の鉛は、全鉛量の1~80重量%、好ましくは2~40重量%とするのがよい。

この鉛は、特に金属鉛では比重が11.34と

高く、本願では金属鉛に換算した最低鉛使用量を7容量%以上としている。本願の発明は、量%で規定しないと、作用効果の観点から発明を特定できない。また、容量%と重量%では、完全な対応は実質できないものである。しかしながら、あえて重量%と、本願の鉛の比値と最低使用量を換算すると、本願の摺動材料の鉛の貯量%は、かなり高いものになる。

グラファイトは、ポリイミドもしくはポリアミドイミドにより結合された状態で、主として鉛との共同効果である摺動表面での放熱性と、優れた摩擦特性を摺動材料に付与するために使用する。グラファイトは人造もしくは天然グラファイトの何れでもよく、粒形状は粒状もしくは扁平状の何れでもよい。このうち、扁平状の人造グラファイトを採用するのがよい。耐摩耗性の面から、グラファイトの粒径は250 $\mu$ m以下が、また結晶性は、X線で測定した $d(002)$ 面間隔で3.50Å以下が、好ましい。かかる面間隔のグラファイトはへき開しやすく、片状もしくは鱗状粒子の平坦

な主面が摺動材料表面に配列されるので、表面におけるグラファイトの面積が大になり、摩擦係数低減に有利である。グラファイトの使用量は5～63容量%である。

そして、鉛とグラファイトの配合量は、合計で12～70量%である。

これは、摺動表面で発生する摺動熱を内部に放熱することと、グラファイト自体の低摩擦性が相まって、可及的に他の成分の摩擦を防止し、これによってグラファイトの摩擦も防止していると考えられる。このグラファイトの使用量は5%未満では鉛との相乗作用が得られず、摺動材料の摩擦量が多くなり、この観点から、鉛とグラファイトの配合量は、合計で12%以上とする必要がある。

一方グラファイトが63%を超えると樹脂による結合能力あるいは裏金と摺動層との結合能力が弱まり、この結果摩擦量が多くなってしまふ。同様の観点から鉛とグラファイトの配合量は、合計で70%以下とする必要がある。

グラファイトの好ましい使用量は、10～50

%であり、より好ましくは20～30%である。

次に、ポリイミドおよびポリイミドアミドは、その耐熱性が優れた樹脂であることを利用して摺動材料に耐焼付性を付与するために使用される。また、これらの樹脂は、比較的可撓性がある性質を利用して、耐荷重性を高めるために使用され、さらに、その曲げ加工ができる性質を利用して、バイメタル材のハウジングへの変形固定を可能にする。ポリイミドとしては、板状もしくは固体粉末状のポリエステルイミド、芳香族ポリイミド、ポリエーテルイミド、ビスマレイミドなどを使用することができる。ポリイミドおよびポリイミドアミドの使用量は30～88容量%である。すなわち、他の成分に対しこの使用量の範囲内で残部として用いられることとなる。この使用量が30%未満では摺動材料成分の結合力が弱く、摺動材料の摩擦が多くなる。一方、この使用量が88%を超えると、摺動材料の摩擦係数が増大し、他の成分による作用効果の低下とも複合して、摺動材料の摩擦が多くなる。

さらに、フッ素樹脂：二硫化モリブデン・二硫化タングステン・窒化硼素の少なくとも1種からなる固体潤滑剤は、上記した組成の摺動層の潤滑性を良好にするために副成分として配合すると、さらに性能を向上させる。上記フッ素樹脂としては、四弗化ポリエチレン(PTFE)が好ましい。

この固体潤滑剤の使用量は、総量で30容量%以下(0を除く)とし、かつ鉛とグラファイトと固体潤滑剤が合計で70容量%以下となるように配合する必要がある。上記固体潤滑剤の使用量が30%を超えるか、鉛とグラファイトと固体潤滑剤が合計で70容量%を超えると、強度の低下、耐熱性不足等の欠点が見られる。特に、フッ素樹脂は30容量%を超えると、鉛とグラファイトの相乗効果を阻害するため、多量の添加は必ず避ける必要がある。なお、フッ素樹脂については、比重の高い鉛が7容量%以上配合されており、あえて重量%に換算すると30重量%以下となる。

固体潤滑剤の望ましい使用量は、実効ある性能の付与の点から0.5%以上とし、性能の向上と

相乗効果の阻害性および経済性の相互観点からは30%以下、より望ましくは20%以下である。性能の観点からの好ましい使用量は1~15%、より好ましくは3~10%である。

一方、副成分として配合可能な、クレー・ムライト・シリカ・アルミナの少なくとも1種からなる摩擦調整剤は、硬質物であることを利用して、摺動層の耐摩耗性を向上させるために使用される。クレーとしては粘土鉱物全般を使用することができるが、特に焼成クレーが好ましい。焼成クレーはクレーを予め500-600℃以下の温度で焼成したものである。アルミナ、シリカ(無定形)、ムライトはクレーの成分として使用されるが、単独での使用も可能である。

このクレー等の摩擦調整剤の使用量は、総量で15容量%以下(0を除く)であるが、その配合に際し、特に注意を要する。

すなわち、硬質物であることから配合によって若干の摺動熱の増加が見られるため、これに対処すべく、鉛の配合量を10容量%以上にする必要

がある。

また、前記鉛と前記グラファイトと前記副成分が合計で70容量%以下となるように配合する。

望ましい摩擦調整剤の使用量は0.2~15%で、0.2%未満では添加による耐摩耗性の向上があまりなく、15%を超えると相手材をきずつけ相手材の耐摩耗性を不十分にするとともに摺動表面での発熱も多くなり過ぎて摺動特性の劣化を招くことにもなる。より望ましくは1~12%、好ましくは3~10%、より好ましくは5~9%である。

なお、副成分として摩擦調整剤と固体潤滑剤を併用する場合は、クレー・ムライト・シリカ・アルミナの少なくとも1種からなる摩擦調整剤と、フッ素樹脂を固体潤滑剤として用いると、性能を向上させることができる。この時、フッ素樹脂は30容量%以下、摩擦調整剤は総量で15容量%以下、鉛は10%以上、グラファイトは5%以上とし、これらの合計が70容量%以下となるように使用量を定めるとよい。フッ素樹脂はPTFE

を用いるとよい。望ましいフッ素樹脂の使用量は、0.1~30%であり、より望ましくは、実効ある性能の付与の点から0.5%以上とし、性能の向上と経済性の相互観点からは20%以下である。性能の観点からの好ましい使用量は1~15%、より好ましくは2~10%である。

他の固体潤滑剤である二硫化モリブデン・二硫化タングステン・窒化硼素は、摩擦調整剤と組合せても性能の向上効果は薄い。これは、本発明の摺動材料の組成範囲においては、摩擦調整剤の添加による向上効果が高いため、二硫化モリブデン・二硫化タングステン・窒化硼素との複合添加効果が、副成分として摩擦調整剤のみを配合した効果に比べて略同等であることによる。これらの固体潤滑剤は、性能の一層の向上の観点からは添加の意味は少ないが、前記フッ素樹脂との総量が30容量%以下、鉛とグラファイトと副成分の合計が70容量%以下の範囲で添加しても性能の低下は来さないため、配合しても差し支えない。

このように、本発明の摺動材料においては、

上記鉛とグラファイトの配合量、および副成分が添加される場合はその配合量に対し、これらの合計を70容量%以下とし、ポリイミドおよびポリアミドイミドの少なくとも1種からなる樹脂成分を30容量%以上で残部となるように配合させればよい。

ところで、特開昭55-106230号公報は、海绵状多孔金属体の空隙部にポリイミド系樹脂を主成分とし、四弗化エチレン樹脂粉末、石英粉末、MoS<sub>2</sub>粉末、黒鉛粉末、炭素短繊維などを副成分として構成した組成物を充填することを特徴とする摺動材料を提案している。この提案より、ポリイミド樹脂の耐熱性不足を解消するための手段として、この樹脂を充填する多孔金属体に着目し、その多孔率および孔径を特定している。

この公報による摺動層組成はポリイミドおよびポリアミドイミドと、グラファイトと、四弗化エチレン樹脂およびMoS<sub>2</sub>を成分とする点では本発明のものと関連するが、本発明が特長とする鉛については開示がなく、これをグラファイトとと

もに、ポリイミドおよびポリアミドイミドの樹脂成分へ添加することにより耐摩耗性を向上させる点についても開示がない。しかも、前記公報では、ポリイミド系樹脂以外の成分は重量%で30%以下と規定されているが、本願では比重の高い鉛が容量%で7%以上配合されており、本願でのポリイミド系樹脂以外の成分を、あえて重量換算すると30重量%を超えたものとなり、この点でも相違する。

また、特開昭52-44871公報は、ポリイミド樹脂と四弗化エチレン樹脂を組合せたすべり輪受を使用する点では本願の発明と関連するが、四弗化エチレン樹脂を30重量%以上添加しており、本願で添加されるフッ素樹脂は、鉛とグラファイトの相乗効果の阻害防止のため30容量%以下の配合に制限したもので、あえて重量換算すると30重量%を下回るものとなり、この点で相違するとともに、本願特有の相乗効果の開示もない。

以下、本発明に係る滑動材料の製造方法について具体的に説明する。

分散液、例えばジエチルアセトアミドとともに真金上に塗布するか、あるいは乾燥状態の滑動層成分をロール等で真金上に加圧適用する。なお、この塗布等の段階ではポリイミドおよびポリアミドイミド等の樹脂成分は溶剤を含有していることが多い。この溶剤は分散液とともに次の乾燥段階で蒸発せしめられる。乾燥は樹脂の種類により温度が異なるが、一般に60～120℃の温度で行なわれる。この段階で滑動層の厚さは20～100μmとなる。続いて、上下のロール間を真金を通過せしめることにより滑動層成分を真金に強固に保持せしめる。さらに高温で焼成を行なって樹脂を硬化させる。この焼成は樹脂の種類により温度が異なるが、一般に150～300℃の温度で行なわれる。次に滑動層付の真金を所定形状に成形する。プシュ等を使用する場合は滑動層が内側になるように真金を円形に曲げ加工し、その後、ハウジングに真金を圧入して、最後に内面切削を行ない所定寸法に滑動層を仕上げるのが一般的である。ポリイミドおよびポリアミドイミドは、四弗

まず、バイメタル滑動材料の場合は、真金の表面の片側を粗面化する。ここで粗面化方法は特に制限はないが、真金と粗面化方法の好ましい組み合わせは次のとおりである：銅板-銅系粉末焼結、金属・セラミック溶射：アルミニウム合金板-エッチング（陽極酸化を含む）、ショットブラスト：銅合金板-エッチング、ショットブラスト。焼結の場合は、所望の厚さの焼結層が得られるように粒径が80～150μmの粉末を真金上に散布積層した後粉末の融点より低温で粉末どうしが結合する温度に加熱する。ショットブラストの場合は、カットワイヤ、焼成アルミナ、ガラスビーズ等の鋭利な角部を有する粒を高速で真金に噴射する。エッチングの場合は、銅については濃塩酸、アルミニウムについては苛性ソーダなどの選択エッチングが可能なエッチャントを使用して真金に微細な凹凸を形成する。

続いて、滑動層成分を、粗面化された凹凸部に含浸させるとともに凹凸部の上面に滑動層接層として配置する。そのためには滑動層成分を適当な

化ポリエチレンと異なり厚く塗布できるため、仕上代をとっても充分な滑動層を残すことができる。滑動層が100～300μmと厚い場合あるいは成形の内径寸法が小さい場合は、上記工程の中で焼成と成形の前後を入れ替えることにより、乾燥後の柔軟な状態の滑動層付き真金を曲げ加工し、その後焼成を行なって滑動層の割れを防止する必要がある。

ソリッド滑動材料の場合は、滑動材料成分および溶剤とともに混練、成形し、次に焼成を行う。ソリッド滑動材料の厚さは通常0.5～1.0mmであり、その他の寸法は組込む機械により決められる。

以下余白



## (作用)

グラファイトを結合するポリイミドおよびポリアミドイミドはそれ自体耐熱性が優れているが、これに比較的摩擦特性が優れた鉛とグラファイトの特定量以上を併用して共存させることで、放熱性の改善がなされることとなり、その相乗作用によって、耐熱性、摩擦特性、耐摩耗性、耐焼付性などを優れたものにすることができる。

しかも、鉛とグラファイトが特定量以上共存すると相乗作用としてオイルとの親和性も向上し、混合潤滑や境界潤滑といったほとんど潤滑油のない過酷な条件下であっても、摺動表面に極少量のオイルを効果良く保持し、耐焼付性の向上を図ることができる。また、鉛とグラファイトの組合せで特定量を配合すると、摺動材料のなじみ性も向上し、特に特定量のグラファイトの存在下での鉛の存在により摺動表面を効果的に平滑化する作用を生じ、この結果、低摩擦でありかつ安定した摩擦特性が達成できる。このように平滑化されても、一方で親油性が向上しており、しかも、なじみ性

されている範囲では、鉛の全粒子数のうちグラファイトに接触接触しているものの比率が2~80%であるとより好ましい。この範囲においては、接触している比率をある程度多くするとよい傾向が若干見られる。なお、製造の容易性も考慮するとこの比率は10~30%としておけばよい。

そして、混練により鉛の一部がグラファイトの内部表面近傍に散入した状態をなしている部分も存在するため、この複合化粒子の存在が上記相乗作用を発生している要因の一つである。

また、ポリイミド、ポリアミドイミド樹脂との併用が相乗効果に寄与していることも考えられる。

これは、本願の摺動材料では、この樹脂の耐熱温度に対し、配合される鉛の融点(化合物の場合は分解点)の方が高く、グラファイトにもより高い耐熱性があり、この耐熱性の大小の関係が寄与していることと、摺動材料の表面に摺動特性の悪い樹脂に摺動特性のよい鉛とグラファイトが分散露出している状態であることと、熱伝導性は上記樹脂に対し、実質的に鉛やグラファイトが相対的

のある平滑化であるため、本願特有の前記作用により、過酷な条件下においても摺動特性を向上させることになる。

鉛のうち、特に金属鉛は熱伝導性がよく、かつ、比較的軟質な性質ともあいまって上記相乗効果をより有効に達成せしめる。

ところで、本願の鉛を7容量%以上とグラファイトを5容量%以上を併用すると、単独に添加した場合の合計に比べそれ以上の効果があり、相乗作用が認められる。

そして、金属鉛以外の鉛を、金属鉛に換算して容量%で7%以上配合すると、同様に相乗効果が若干見られる。勿論、金属鉛を用いた方が遙かに相乗効果が高い。

この要因は定かではないが、摺動材料の組織を観察すると、鉛とグラファイトは樹脂中に分散しているが、その一部が隣接して存在する部分があり、この接触状態が性能向上に寄与していると推定される。この接触状態は、配合量と粒度および混練の程度である程度制御できる。そして、確認

に高いため、摺動材料中の熱伝導性にミクロ的に大小があり、熱伝導性の相対的に高い部分がマクロ的に均一分散しているとともに、摺動表面にもこの部分が露出している構造であることにより、結果として上記相乗効果の発現に繋がっているとも考えられる。

何れにしても、特定容量%以上の鉛とグラファイトを、ポリイミドやポリアミドイミド樹脂中に適量%配合することで、上記作用等により、摺動特性を向上させる効果が達成できる。

一方、ポリイミドおよびポリアミドイミドは、それ自体可とう性が優れているので、かかる樹脂を結合剤として、鉛とグラファイトあるいは副成分を結合することにより、耐荷重性が優れたものとなり、高荷重領域までの使用が可能になった。

ポリイミドおよびポリアミドイミドは耐熱性が非常に優れた樹脂であるため、強度が強く高温下で流動を起さないという性質を有し、樹脂の中では耐摩耗性に優れているが、摩擦特性に劣っており、このため、特に摺動条件が過酷な場合には、

摺動表面の局所的な摺動熱でミクロ的な部分摩擦が進行しやすく、流動性が低いことが逆に災いして摺動表面の劣化を招きやすく、摩擦係数の不安定要因となるが、これと鉛とグラファイトを組合せ、主成分とすると、鉛とグラファイトの放熱性により、局所的な摺動熱を摺動表面下もしくは摺動表面上の摺動熱の発生量の少ない部位へと伝熱し、鉛とグラファイトの摩擦特性とも複合作用し、安定した低摩擦性と、耐摩擦性等のバランスのとれた摺動特性が一層優れた摺動材料を実現する。

この鉛とグラファイトによる放熱等での摩擦の安定化作用と摩擦防止の作用をより詳しく述べると、鉛とグラファイトの放熱により、添加されている樹脂の高温での強度低下や摺動表面での局所的な樹脂の熱分解を防止するとともに、補助的に鉛とグラファイト自体の低摩擦性を有効に引き出し、摺動表面での鉛とグラファイトの面積量とも相まって、摺動熱の発生自体を抑えることができる。これにより特に樹脂成分、あるいは副成分（配合されている場合）、の摩擦進行を相乗的に

防止し、この樹脂成分で保持されている鉛等の各成分の脱落摩擦等をも防止でき、配合成分の樹脂による保持力を効果的に維持できるため放熱効果等も維持できることとなる。しかも、本発明の摺動材料では、この鉛とグラファイトが特定量以上添加されていることにより、使用初期に発生する初期摩擦において、鉛および／またはグラファイトのごく一部が相手軸の表面に移着し易くなる。

しかも、グラファイトは比較的移着性に劣るが特定量以上共存する鉛により、相手軸への移着が容易かつ迅速になるとともに、この鉛は、それ自身が移着性が高いばかりでなく、一種のバインダの作用をなし、一旦移着したグラファイトの再脱落を防止することとなり、移着物の安定化を早期に達成できる。そして、一旦移着すると一種の保護膜として作用することとなり、低摩擦が確保できるとともに、その後の摺動材料の摩擦が進行するのを妨げることとなり、また移着も進行が実質的に停って定常状態となる。このため、安定した摩擦特性が得られることになるとともに、一層耐摩

耗性の向上に寄与する。このことは相手軸の摩擦防止をも期待できることとなる。

そして特定の副成分として、固体潤滑剤および／または摩擦調整剤の添加によって、境界潤滑および混合潤滑条件下ですぐれた性能を達成する。

#### 〔実施例〕

以下、さらに実施例により本発明を説明する。

第1表ないし第3表に示す各組成の摺動層を調製すべく、ポリイミド、ポリアミドイミド、鉛（金属鉛、粉末粒度-200メッシュ）、グラファイト（面間隔 $d(111) = 3.4 \text{ \AA}$ 、最大粒径 $70 \mu\text{m}$ 、粉末粒度-200メッシュ）を予め用意した。

また、フッ素樹脂（PTFE、粉末粒度-200メッシュ）、二硫化モリブデン（ $\text{MoS}_2$ 、-200メッシュ）、二酸化タングステン（ $\text{WS}_2$ 、-200メッシュ）、窒化硼素（BN、-200メッシュ）、クレ-（カオリン粘土）、ムライト、シリカ（無定形シリカ、粉末粒度-325メッシュ）およびアルミナ（粉末粒度-325メッシュ）

第 1 表

試 料		組 成 (質量%)								摩 擦 係 数	摩 耗 量 (mm <sup>3</sup> )
		PI	PAI	Pb	Gr	PTFE	MoS <sub>2</sub>	WS <sub>2</sub>	BN		
本 発 明	1	88		7	5					0.077	1.19
	2	82		8	10					0.076	1.01
	3	76		9	15					0.074	0.93
	4	85		10	5					0.071	1.29
	5	66		15	20					0.067	0.97
	6	50		20	30					0.061	0.92
	7	55		25	20					0.061	1.09
	8	40	20	30	10					0.059	1.32
	9	20	30	35	15					0.057	1.30
	10	5	50	40	5					0.057	1.52
	11	40	5	45	10					0.057	1.46
	12	20	15	50	15					0.056	1.44
	13	35		60	5					0.056	1.63
	14	30		65	5					0.056	1.64
	15	30	10	45	15					0.057	1.34
	16	45		35	20					0.057	1.22
	17		30	45	25					0.057	1.21
	18	7	23	35	35					0.058	1.04
	19	40		20	40					0.061	0.83
	20	35		15	50					0.066	0.67
	21	37		8	55					0.073	0.56
	22	2	28	10	60					0.068	0.58
	23	12	18	7	63					0.073	0.53
	24	5	65	20	10					0.062	1.24
	25		80	12	8					0.068	1.19

第 2 表

試 料		組 成 (質量%)								摩 擦 係 数	摩 耗 量 (mm <sup>3</sup> )
		PI	PAI	Pb	Gr	PTFE	MoS <sub>2</sub>	WS <sub>2</sub>	BN		
本 発 明	26	60		20	20					0.062	1.06
	27	45	9.5	20	25	0.5				0.061	0.99
	28	55		21	23	1				0.061	1.02
	29	50	7	20	20	3				0.061	1.06
	30	55		20	20	5				0.061	1.16
	31	50		20	20	10				0.060	1.22
	32	40		20	20	20				0.058	1.26
	33	35		20	20	25				0.057	1.29
	34	31		20	21	28				0.057	1.28
	35	32		18	20	30				0.057	1.22
	36	50		20	20	6	2		2	0.060	1.23
	37	40		15	15	25	5			0.060	1.33
	38	50		20	20		4	2	4	0.058	1.27
	39	55		23	20	3	1	1	1	0.060	1.25
	40	37	20	20	20		3			0.061	1.17
比 較 材	91	43		7	5	45				0.074	1.75
	92	54.5 (35)		4.9 (25)	5.5 (5)	35.1 (35)				0.080	1.69
	93	93.6 (90)		— (0)	4.4 (6)	1.3 (2)	0.7 (2)			0.121	1.21
	94	—	—		40					60	0.131
	95	—	—		35	4				60	0.113

＜注：比較材の括弧内の数字は質量%換算値を示す＞

試料	組 成 (容積%)											摩擦係数	摩耗量 (mm <sup>3</sup> )
	PI	PAI	Pb	Gr	PTFE	MoS <sub>2</sub>	WS <sub>2</sub>	BN	クレムライト	シリカ	アルミナ		
本発明	41	55	4.3	20	20						0.2	0.062	1.05
	42	45	9.5	22	23						0.5	0.061	1.03
	43	55		10	34				1			0.063	0.72
	44		57	20	20				3			0.064	1.01
	45	55		20	20				5			0.064	0.98
	46	50		20	23				7			0.064	0.82
	47	40	13	22	22				9			0.065	0.94
	48	24	25	21	20				5	5		0.065	0.91
	49	8	40	20	20				3	3	3	0.065	0.85
	50	38		35	12				15			0.061	1.22
	51	55		20	20							0.064	0.99
	52	45		15	20	6			5		5	0.067	0.97
	53	50		20	15	9			3	1	1	0.061	1.20
	54	40		30	7	15			5		2	0.061	1.49
	55	11	20	24	38	1				6		0.063	0.79
比較例	91	43		7	5	45						0.074	1.75
	92	54.5 (35)		4.9 (25)	5.5 (5)	35.1 (35)						0.080	1.69
	93	93.6 (90)		— (0)	4.4 (6)	1.3 (2)	0.7 (2)					0.121	1.21
	94	—	—		40							60	0.131
	95	—	—		36	4						60	0.113

＜注：比較例の括弧内の数字は重量%換算値を示す＞

ユ) も予め用意した。

さらに、鉛として、大気中に数日間放置し表面のみを酸化させた金属鉛、酸化鉛、フッ化鉛、低錫鉛合金 (5 Sn-Pb)、銅鉛合金 (1 Cu-Pb) も、各々粉末粒度 200 メッシュのものを予め用意した。

一方、真金として 140 mm × 1.5 mm の普通銅板を、またその上に形成する粗面化部用の青銅粉末 (Sn 10% 含有、+80、-150 メッシュ) を、それぞれ用意した。真金を脱脂後、青銅粉末を真金面積当たり 0.05 ~ 0.1 g 真金上に配置しその後 830 ~ 850 °C で焼成を行なって粗面化部を形成した。粗面化部の厚さは約 150 μm であり、青銅の比容に基づいて計算した気孔率は 40 ~ 80 % であった。

滑動層成分は溶剤とともに十分に混合した後、粗面化部への含浸を行ない、100 °C で乾燥し、続いて冷間状態で圧下して滑動層成分を固め、最後に 250 °C で焼成を行ない、厚さが約 80 μm の滑動層を形成して、バイメタル材試料とした。

また、上記滑動材成分と同一のものを成型し、250 °C で焼成し、厚さが 4 mm のソリッド材試料を調製した。

円筒平板式摩擦摩耗試験機を用い滑動材料供試料の平面を周速度が 6 m/sec で回転する S55C 焼入材質試験軸に 10 kg の荷重で接触させ、試験軸表面にオイルー滴塗布した後 60 分間、回転と接触を継続させ摩擦係数 (滑り距離 1 km 以上ではほぼ一定になった) と摩耗量を調べた。

バイメタル材の結果を、第 1 表ないし第 3 表に示す。

表中、PI はポリイミド、PAI はポリアミドイミド、Pb は鉛を、Gr はグラファイトを、PTFE はフッ素樹脂の 1 種である四弗化ポリエチレンを、MoS<sub>2</sub> は二硫化モリブデンを、WS<sub>2</sub> は二硫化タングステンを、BN は窒化硼素を、それぞれ意味する。なお、表中、本発明で滑動材料に配合した鉛は、金属鉛のものを記載した。

比較例 91、92 は、鉛とグラファイトを添加し、PTFE を 30 % を超えて添加した例であり、

滑動表面の部分的劣化が起こり、耐摩耗性に劣り、摩擦係数も高くなっている。比較例93は、鉛を添加せずグラファイトとPTFEおよびMoS<sub>2</sub>を添加した例であり、滑動熱によって進行する部分的摩耗も発生するため、摩擦特性が不安定化し結果として摩擦係数に劣り、比較例94、95は、フェノール樹脂を使用した例であり、PI、PAIと比較して耐熱性が低いために、樹脂分解により耐摩耗性がかなり劣る。

これに対し、本発明の滑動材料は、摩擦係数と耐摩耗性がバランスよく優れている。特に、このような過酷な条件においても、摩耗時の滑動表面状態が良好のため、摩擦係数が低くかつ安定している。

そして、従来材に比較し、本発明の滑動材料は、耐焼付性にも優れたものであった。

また、本発明でソリッド材の滑動材料を同様を試験すると、比較材のソリッド材は勿論のこと、比較材のバイメタル材に対しても、耐摩耗性と摩擦係数がバランスよく優れていた。そして、

本発明の同一組成のバイメタル材に対しては、摩擦係数は実質的に同一であり、耐摩耗性は本発明のバイメタル材のほうがわずかに優れる結果が得られた。

また、鉛として金属鉛以外のもの、およびその混合粉末を配合した本発明の滑動材料について同様に試験すると、比較材に対しては優れているが、金属鉛を用いた本願の滑動材料が全般的に優れている結果が得られた。

#### 〔発明の効果〕

本発明によると摩擦係数、耐焼付性、耐摩耗性および摩擦特性がバランスよく優れ、かつ、摩擦特性の安定した滑動材料が提供される。本発明の滑動材料は、特に、クーラー用コンプレッサ、ミッション、ターボチャージャー、スーパーチャージャー、ウォーターポンプ、エンジン等およびバワーステアリングの各種軸受、シール部材の境界潤滑条件下あるいは混合潤滑条件下で優れた性能を発揮する。

特許出願人 大豊工業株式会社

#### 第1頁の続き

⑤Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号
/(C 10 M 103:00	A	6779-4H
103:00	Z	6779-4H
103:02		
103:04	A	6779-4H
103:06	C	6779-4H
)	E	6779-4H
(C 10 M 111:04	A	6779-4H
103:00	Z	6779-4H
103:02		
103:04	A	6779-4H
103:06	C	6779-4H
	E	6779-4H
107:38		
107:44)		
C 10 N 10:08		
10:12		
40:02		
50:08		